

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 775 678

②1 N° d'enregistrement national : 98 02739

⑤1 Int Cl⁶ : B 66 C 13/06, G 05 D 19/02

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 04.03.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 10.09.99 Bulletin 99/36.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SCHNEIDER ELECTRIC SA Société
anonyme — FR.

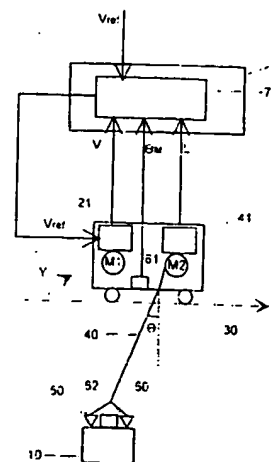
⑦2 Inventeur(s) : STANCHEV PENTCHO.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : SCHNEIDER ELECTRIC SA.

⑤4 PROCÉDE DE REGULATION DE DEPLACEMENT D'UNE CHARGE SUSPENDUE.

⑤7 Procédé de régulation de déplacement d'une charge suspendue par câbles à un chariot qui est susceptible de translation par des moyens de commande (21) à une vitesse (V) dans un engin de levage, le procédé étant mis en oeuvre au moyen d'un dispositif de régulation (7) et comprenant notamment la mesure de la valeur de l'angle de ballant (θ_M) au moyen d'un capteur (60), caractérisé en ce qu'il comprend une première étape consistant à établir au moins une fonction de transfert entre la vitesse (V) du chariot et l'angle de ballant correspondant mesuré (θ_M), et une deuxième étape consistant après neutralisation du capteur (60) à déterminer par calcul l'angle de ballant (θ_c) à partir de la fonction de transfert identifiée dans la première étape pour en déduire une vitesse corrigée (Vc) à appliquer en retour comme référence de vitesse aux moyens de commande (21) du chariot.



FR 2 775 678 - A1

BEST AVAILABLE COPY

La présente invention se rapporte à un procédé de régulation de déplacement d'une charge suspendue par câbles à un chariot susceptible de translation dans un engin de levage.

Les engins de levage tels que les ponts roulants ou les portiques
5 comprennent en effet un chariot déplaçable en translation sur des rails qui eux-mêmes peuvent se déplacer en translation perpendiculairement à la direction du chariot. Un dispositif de suspension de la charge est associé à des câbles qui transitent par le chariot, la longueur des câbles étant susceptible de varier.

En fonction de la longueur des câbles et sous l'effet des accélérations
10 subies, la charge suspendue prend un mouvement pendulaire qu'il est souhaitable d'amortir pour effectuer en douceur et en toute sécurité son transfert et cela, dans un laps de temps le plus court possible.

Le brevet FR 2698344 décrit un dispositif de régulation du transfert d'une charge suspendue qui permet d'agir sur la commande de déplacement du chariot à
15 partir des corrections de la position du chariot et de l'angle du ballant. L'angle du ballant est mesuré périodiquement au moyen de capteurs associés au chariot et à la charge. La nécessité de mesures périodiques de l'angle du ballant entraîne l'utilisation indispensable de capteurs. Or, ceux-ci sont souvent utilisés dans un environnement agressif tel qu'un milieu sidérurgique par exemple qui présente une
20 température ambiante élevée. Une maintenance suivie des capteurs est donc nécessaire pour leur entretien. De plus, la diversité d'utilisation des dispositifs de suspension d'une charge nécessite d'équiper chacun des différents dispositifs de capteurs. Par ailleurs, l'alimentation de ces capteurs doit pouvoir être facile à assurer.

Pour pallier à la présence de capteurs, le brevet EP-394147 décrit un
25 dispositif permettant d'obtenir une stabilisation des oscillations de la charge suspendue lors de son transfert sans l'utilisation de capteurs. Ce dispositif utilise par conséquent un modèle mathématique fondé sur la théorie de Lagrange en supposant que le mouvement pendulaire de la charge est idéal. L'inconvénient d'un tel modèle mathématique est qu'il constitue une formule théorique et ne permet pas une bonne
30 précision de résolution en fonction de la construction de l'accrochage de la charge, la construction ne constituant pas toujours la réalisation d'un pendule idéal. Par ailleurs, les divers paramètres intervenant dans le balancement de la charge, tels que ceux par exemple régissant les caractéristiques mécaniques de l'entraînement de l'engin de levage, sont difficiles à maîtriser et mettre en oeuvre dans un modèle
35 mathématique.

L'invention a par conséquent pour but de maîtriser les oscillations d'une charge suspendue lors de son transfert, sans nécessiter de modèle mathématique et d'utilisation permanente de capteur d'angle.

L'invention concerne un procédé de régulation de déplacement d'une charge suspendue par câbles à un chariot susceptible de translation dans un engin de levage par des moyens de commande, le procédé étant mis en œuvre au moyen d'un dispositif de régulation et comprenant notamment la mesure de la valeur de l'angle de ballant que forment les câbles par rapport à la verticale au moyen d'un capteur, caractérisé en ce qu'il comprend une première étape d'identification consistant à établir au moins une fonction de transfert entre la vitesse du chariot et l'angle de ballant correspondant mesuré par le capteur, ainsi qu'une seconde étape de mise en œuvre du dispositif de régulation, consistant après neutralisation du capteur à appliquer aux entrées du dispositif la vitesse du chariot et la longueur des câbles, à déterminer par calcul l'angle de ballant à partir de la fonction de transfert identifiée dans la première étape, à déduire une vitesse corrigée et à appliquer celle-ci en retour comme référence de vitesse aux moyens de commande du chariot.

La première étape d'identification est réalisée de préférence lors de l'installation de l'équipement de commande de l'engin de levage.

Selon une caractéristique, le procédé consiste à établir plusieurs fonctions de transfert, chacune étant identifiée pour une longueur donnée de câbles.

En identifiant quelques fonctions de transfert entre la vitesse du chariot et l'angle de ballant, il n'est donc plus nécessaire par la suite d'utiliser de capteur d'angle puisque la détermination de l'angle se fait alors par calcul au moyen des fonctions de transfert.

Selon une autre caractéristique, pour une longueur de câble comprise entre une bome haute et une bome basse pour chacune desquelles une fonction de transfert est identifiée, l'angle de ballant est calculé au moyen d'une nouvelle fonction de transfert déduite par approximation entre les deux fonctions de transfert respectives des bomes haute et basse.

L'invention va à présent être décrite en regard des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 illustre les moyens de mise en œuvre d'une première étape du procédé selon l'invention ;
- la figure 2 illustre les moyens de mise en œuvre d'une seconde étape du procédé selon l'invention ;

la figure 3 est un schéma de fonctionnement des moyens de mise en œuvre du procédé.

Le procédé de régulation de déplacement d'une charge suspendue 10 selon l'invention est mis en œuvre pour un engin de levage tel que pont roulant, portique ou analogue qui est muni d'un chariot 20 déplaçable sur des rails 30 et par lequel transitent des câbles 40 auxquels est associé un dispositif de suspension 50 de la charge 10.

Le chariot 20 se déplace en translation selon l'axe X sur les rails 30 qui peuvent se déplacer eux-mêmes en translation selon un axe Y perpendiculaire à l'axe X. Le chariot 20 est entraîné au moyen d'un moteur de déplacement M1 qui est piloté par un variateur de vitesse 21 recevant de l'extérieur une référence de vitesse V_{ref} à laquelle doit se déplacer le chariot.

La charge 10, qui est suspendue au dispositif de suspension 50 lui-même retenu par les câbles 30, peut présenter une hauteur variable en fonction de la longueur L des câbles. La hauteur de suspension de la charge sera assimilée à la longueur L des câbles. La longueur L des câbles est contrôlée au moyen d'un moteur de levage M2 qui peut par exemple être embarqué sur le chariot 20. Un capteur 41 associé à l'arbre du moteur M2 ou au tambour d'enroulement des câbles renseigne sur la longueur L des câbles suspendus. La charge 10 est déplacée selon les axes X et/ou Y.

En raison d'effets perturbateurs, et principalement de l'accélération ou du freinage du chariot 20, la charge 10 prend un mouvement pendulaire appelé ballant qui est défini par un angle θ que forment les câbles par rapport à la verticale.

L'angle de ballant θ peut être mesuré par un capteur 60 comprenant un émetteur 61 et un récepteur 62 qui sont respectivement associés à la charge 10 et au chariot 20.

Le procédé de régulation selon l'invention a pour but d'amortir le mouvement oscillant de la charge lors de son déplacement d'une position à une autre. Il agit sur la commande de vitesse de déplacement du chariot au moyen d'un dispositif de régulation électronique 7 comprenant des moyens logiciels 70. Le procédé régule le ballant aussi bien lors du déplacement de la charge selon l'axe X que selon l'axe Y à l'aide de deux dispositifs 7 distincts pouvant travailler simultanément. La description ci-après du procédé se rattache à un seul dispositif.

Dans une première étape du procédé (figure 1), dite d'identification, les moyens logiciels 70 sont aptes à identifier une fonction de transfert entre la vitesse V du chariot et l'angle de ballant θ correspondant à cette vitesse. Les moyens logiciels

70 ont en mémoire la structure générale d'une fonction de transfert qui comporte plusieurs paramètres dépendant de la dynamique de la charge. Ces paramètres sont destinés à être déterminés dans cette étape d'identification pour plusieurs longueurs de câbles L afin d'établir la fonction de transfert correspondante à chacune desdites
5 longueurs.

L'identification de la fonction de transfert permet, dans une seconde étape du procédé qui correspond à la mise en œuvre du dispositif de régulation 7 (figure 2), de déduire sans mesure mais par calcul, l'angle θ_c à partir de la valeur de la vitesse V du chariot.

10 La première étape consiste donc à identifier les paramètres propres à chacune des fonctions de transfert correspondantes à plusieurs longueurs L de câbles, par exemple cinq longueurs différentes L_1 à L_5 .

Les moyens logiciels 70 reçoivent en entrée, pour une longueur L donnée, d'une part la vitesse V de déplacement du chariot, et d'autre part l'angle de ballant θ_M
15 correspondant à cette vitesse et mesuré par le capteur 60. La vitesse V du chariot est délivrée par le variateur de vitesse 21, elle est assimilée à la référence de vitesse V_{ref} envoyée à l'entrée du variateur par un système de commande extérieur via le logiciel 70 car on suppose que le variateur 21 assure le suivi de la référence de vitesse avec une extrême rapidité. Pour ladite longueur L de câbles, plusieurs valeurs de vitesse
20 V_{ref} et d'angle correspondant θ_M sont mémorisées dans les moyens logiciels 70 qui peuvent ensuite déterminer par identification les paramètres de la fonction de transfert et établir par conséquent la fonction de transfert identifiée entre la vitesse V et l'angle θ . Ces mesures et calculs sont reproduits pour les autres longueurs L_2 à L_5 afin d'établir la fonction de transfert correspondante à chacune de ces longueurs.

25 Notons que lorsque deux dispositifs de régulation 7 interviennent lors d'un déplacement de la charge selon les axes X et Y , seul un unique capteur 60 est suffisant dans cette première étape pour mesurer l'angle de ballant et le transmettre aux dispositifs 7. La première étape d'identification est de préférence effectuée lors de l'installation de l'équipement de commande de l'engin de levage. Une fois les
30 fonctions de transfert déterminées, le capteur 60 est neutralisé car il devient inutile pour la suite du procédé. Le capteur peut par exemple être démonté sans nécessiter ainsi d'avantage de maintenance.

Il est préférable d'effectuer à nouveau cette première étape du procédé lorsque survient un changement des caractéristiques mécaniques d'entraînement du
35 chariot ou du pont roulant modifiant par conséquent la correspondance entre la référence de vitesse envoyée au variateur et la vitesse réelle du chariot, ou bien

lorsque des modifications importantes sont apportées au mode d'accrochage de la charge par une nouvelle structure des câbles ou par des câbles supplémentaires.

La seconde étape de mise en œuvre du dispositif 7 de régulation, correspond en fait à l'utilisation pratique de l'engin de levage (figure 2). Les valeurs de la référence de vitesse V_{ref} du chariot et de la longueur L des câbles délivrée par le capteur 41 sont appliquées à l'entrée des moyens logiciels 70. La fonction de transfert entre la vitesse V et l'angle de ballant θ établie précédemment et mémorisée pour cette longueur L de câbles permet de calculer l'angle θ_c correspondant sans qu'une mesure d'angle soit nécessaire au moyen du capteur 60.

Lorsque la longueur L n'est pas exactement égale à l'une des longueurs pour lesquelles une fonction de transfert a été établie, et se situe entre une borne haute $L1$ et une borne basse $L2$ pour lesquelles les paramètres des deux fonctions de transfert, et par conséquent les fonctions de transfert elles-mêmes, sont indentifiées, les moyens logiciels 70 déduisent une nouvelle fonction de transfert par approximation entre les paramètres de même rang des deux fonctions de transfert. La nouvelle fonction de transfert permet ainsi le calcul de l'angle de ballant θ_c pour ladite longueur L .

Enfin, comme illustré à la figure 3, les moyens logiciels 70 déduisent de manière connue, à partir de la vitesse de référence V_{ref} et selon l'angle de ballant θ_c calculé, une valeur corrigée V_c de la vitesse à appliquer en retour comme valeur de référence au variateur de vitesse 21 afin de corriger la vitesse du chariot pour maîtriser l'angle θ . La valeur corrigée V_c de la vitesse est déduite à partir d'un bloc correcteur 71 doté d'un facteur de gain K qui s'adapte par calcul interne à la longueur L des câbles. Notons que ce facteur de gain K peut être modifié par l'utilisateur pour obtenir de manière manuelle la correction de la vitesse du chariot.

La valeur corrigée V_c de la vitesse est aussi envoyée au bloc des fonctions de transfert pour introduire cette nouvelle valeur dans la fonction de transfert correspondante à la longueur L de manière à déduire le nouvel angle de ballant θ_c . L'angle de ballant θ_c est calculé périodiquement, par exemple toutes les 100 ms, pour ajuster au mieux la vitesse du chariot afin de maîtriser le ballant de la charge suspendue.

Le procédé décrit ci-dessus permet donc d'établir, lors du fonctionnement de l'engin de levage, l'angle de ballant sans l'aide d'un capteur. Il a aussi l'avantage grâce à la première étape d'identification de prendre en compte un éventuel système anti-ballant supplémentaire qui peut être mis en place grâce à un dispositif mécanique ou hydraulique ajouté au dispositif de régulation électronique.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de régulation de déplacement d'une charge suspendue par câbles à un chariot qui est susceptible de translation par des moyens de commande (21) à une vitesse (V) dans un engin de levage, le procédé étant mis en œuvre au moyen d'un dispositif de régulation (7) et comprenant notamment la mesure de la valeur de l'angle de ballant (θ_M) que forment les câbles par rapport à la verticale au moyen d'un capteur (60), caractérisé en ce qu'il comprend
- une première étape d'identification consistant à établir au moins une fonction de transfert entre la vitesse (V) du chariot et l'angle de ballant correspondant (θ_M) mesuré par le capteur pour une longueur de câbles donnée;
 - une deuxième étape de mise en œuvre du dispositif de régulation (7), consistant après neutralisation du capteur (60) à appliquer aux entrées du dispositif la vitesse (V) du chariot et la longueur (L) des câbles, à déterminer par calcul l'angle de ballant (θ_C) à partir de la fonction de transfert identifiée dans la première étape, à déduire une vitesse corrigée (V_C) et à appliquer celle-ci en retour comme référence de vitesse aux moyens de commande (21) du chariot.
2. Procédé de régulation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à établir plusieurs fonctions de transfert, chacune étant identifiée pour une longueur donnée (L) de câbles.
3. Procédé de régulation selon la revendication 2, caractérisé en ce que pour une longueur (L) de câble comprise entre une borne haute (L1) et une borne basse (L2) pour chacune desquelles une fonction de transfert est identifiée, l'angle de ballant (θ_C) est calculé au moyen d'une nouvelle fonction de transfert déduite par approximation entre les deux fonctions de transfert respectives des bornes haute et basse.
4. Procédé de régulation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse (V) du chariot est assimilée à la référence de vitesse (V_{ref}) envoyée à l'entrée des moyens de commande (21) du chariot.

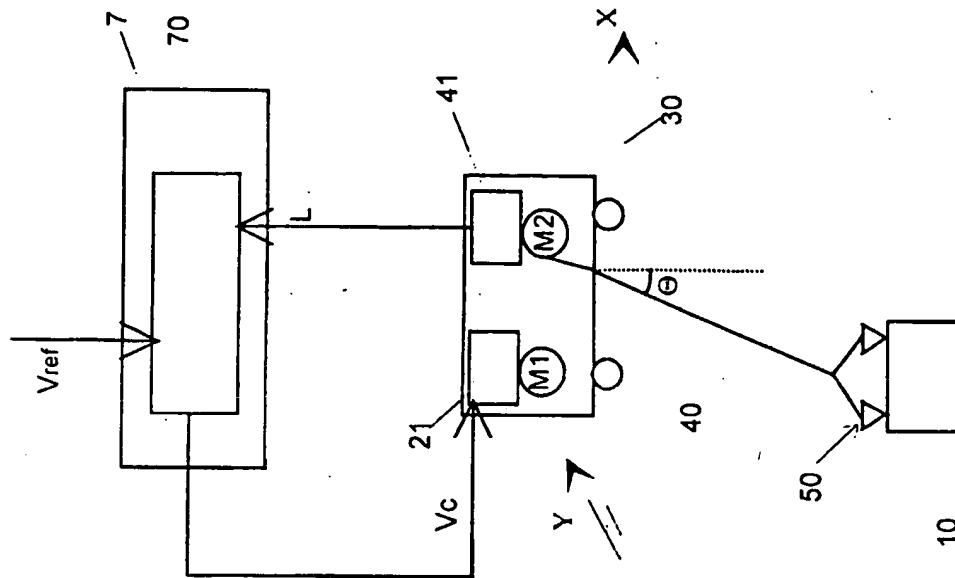


FIG. 2

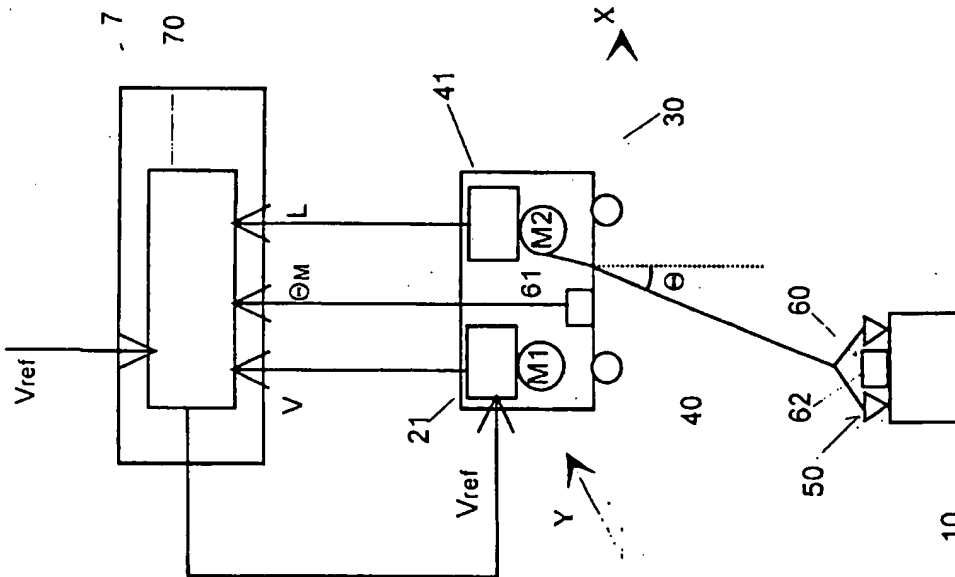


FIG. 1

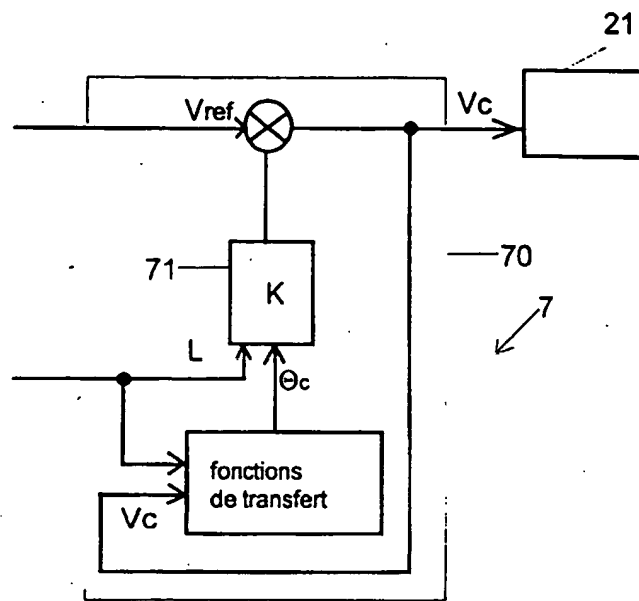


FIG.3

INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
national

FA 553901

FR 9802739

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	DE 195 19 368 A (BILFINGER BERGER BAU) 28 novembre 1996 * colonne 2, ligne 49 - ligne 59 * * colonne 3, ligne 16 - ligne 25 * * colonne 4, ligne 5 - ligne 39 * * colonne 4, ligne 55 - ligne 63 * * colonne 6, ligne 57 - colonne 7, ligne 11 * * abrégé; revendications; figures *	1-4
A	FR 2 571 867 A (BERTIN & CIE) 18 avril 1986 * page 9, ligne 24 - ligne 37 * * page 10, ligne 25 - page 11, ligne 12 * * abrégé; revendications *	1-4
A	DE 39 33 527 A (MANNESMANN AG) 18 avril 1991 * page 2, ligne 51 - page 3, ligne 19 * * abrégé; revendications; figures *	1-4
D,A	FR 2 698 344 A (TELEMECANIQUE) 27 mai 1994	1-4
D,A	EP 0 394 147 A (REEL SA) 24 octobre 1990	1-4
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		B66C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
25 novembre 1998		Haegeman, M
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.